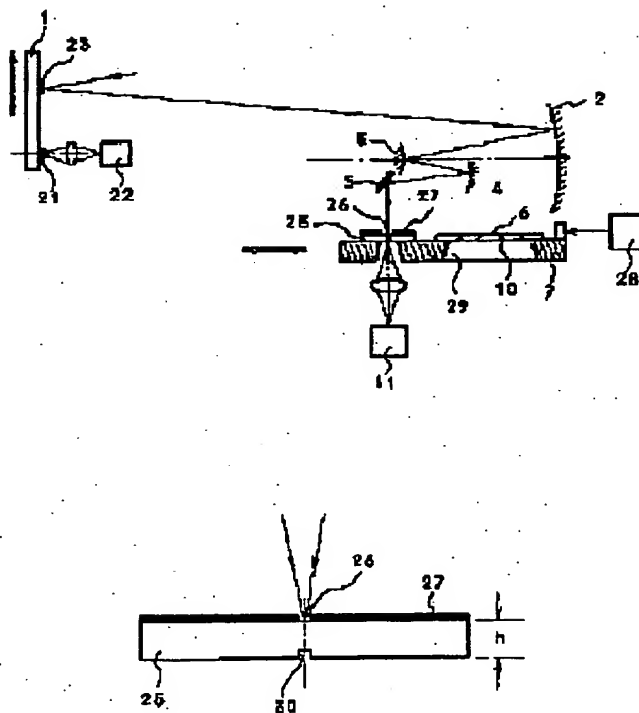


**METHOD AND APPARATUS FOR SEMICONDUCTOR EXPOSURE****Publication number:** JP5047631**Publication date:** 1993-02-26**Inventor:** MORIYAMA SHIGEO; ITO MASAOKI; TERASAWA TSUNEO; SEYA HIDEKAZU; KATAGIRI SOUICHI; MOCHIZI KOZO**Applicant:** HITACHI LTD**Classification:****- international:** G03F9/00; G03F7/20; H01L21/027; H01L21/30; G03F9/00; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): G03F9/00; H01L21/027**- european:** G03F7/20T16**Application number:** JP19910199087 19910808**Priority number(s):** JP19910199087 19910808

Report a data error here

**Abstract of JP5047631**

**PURPOSE:** To conduct a relative alignment of a mask and a wafer with high accuracy at low cost in an X-ray reduction exposure method by detecting a wafer mark on the back of the wafer by a mark detector, by detecting a reference mark on the mask by an X-ray mark detector and by correcting preliminarily the misalignment of the optical axes of the two detectors. **CONSTITUTION:** A slit opening 26 on a photo detector 25 is located near the position where the image of a mask reference mark 23 is formed. Scanning an X-Y stage 7, the position where the center of the image of the mask reference mark and the center of the slit opening 26 coincide with each other is searched. When this position is found, the coordinates of the X-Y stage is stored. Next, the position of the stage where the center of a wafer reference mark 30 coincides with the central axis of a wafer back surface detector 11 is searched and when this position is found, the coordinates of the X-Y stage is stored. The shift between the two coordinates is regarded as the axis offset value of the detector 11. The position of a wafer mark 10 is adjusted for the offset value and the X-Y stage 7 is moved by the predetermined amount from the arrangement position of a mask pattern and then exposure is conducted.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-47631

(43)公開日 平成5年(1993)2月26日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 9/00

H 7818-2H

7352-4M

H 0 1 L 21/ 30

3 1 1 M

審査請求 未請求 請求項の数6(全 6 頁)

(21)出願番号

特願平3-199087

(22)出願日

平成3年(1991)8月8日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 森山 茂夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 伊東 昌昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 寺澤 恒男

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体露光方法およびその装置

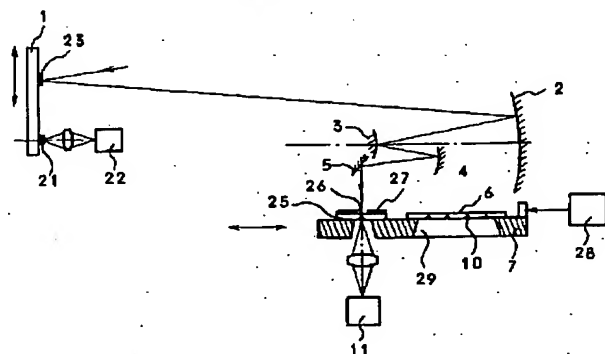
(57)【要約】

【目的】本発明の目的は、X線縮小露光法に対応可能な高精度かつ安価なマスクとウェハの相対位置合わせ方法を提供するものである。

【構成】裏面アライメント法によってウェハ裏面のウェハマークを従来の安価な可視光を用いた光学式裏面マーク検出器で検出する一方、反射縮小光学系を介して形成されるマスク上の基準マークのX線像とステージ上に設けられたマスク校正マークとの重なり具合をX線マーク検出器で位置検出し、両検出器間の光軸ずれ量をあらかじめ校正しておき、その校正値に基づいて露光すべき位置を補正する。

【効果】本発明によれば、従来の可視光を用いたマスクとウェハの相対あわせ法にくらべ、簡略安価な装置構成にもかかわらず極めて高い精度でマスクとウェハの位置合わせが可能となる。

図 6



1 ..... 拡大反射マスク

2, 3, 4 ... 非球面反射鏡

5 ..... 折り曲げ鏡

7 ..... XYステージ

10 ..... ウェハマーク

11 ..... 裏面検出器

21 ..... マスクアライメント用マーク

22 ... マスクアライメント

検出器

25 ... 受光素子

26 ... スリット開口

27 ... 遮光板

28 ... レーザ干渉計

29 ... 穴

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】マスク上の図形を投影光学系を用いて試料上に投影露光する露光方法において、マスクを該投影光学系の所定位置に位置付ける工程と、ステージ上に該試料を積載して該投影光学系の像投影面内を移動させると共に該ステージ位置を検出する工程と、

上記投影光学系を介して、マスク上の基準マークと上記移動ステージ上に設けられたマスク用校正マークとの光学的相対位置関係が所定の位置関係にあることを検出すると共にその時のステージ位置を記憶するマスク位置校正工程と、

上記ステージ上に設けられたウェハ基準マークと、ステージ下面に設けられた裏面マーク検出器との相対位置関係が所定の位置関係にあることを検出すると共にその時のステージ位置を記憶するウェハ位置校正工程と、上記マスク位置校正時と上記ウェハ位置校正時の両ステージ位置の差に基づいて、

上記マスクと投影光学系とウェハ位置検出器の相互の空間的位置関係を知る工程と、

ウェハ裏面に設けたウェハマークを上記裏面マーク検出器で検出した後、上記空間的位置関係に基づいてステージ移動量を補正することにより、所望のウェハ表面位置に上記マスク上の図形を投影露光する工程、を含むことを特徴とする露光方法。

【請求項2】マスク上の図形を投影光学系を用いて試料上に投影露光する露光装置において、マスクを該投影光学系の所定位置に位置付ける手段と、ステージ上に該試料を積載して該投影光学系の像投影面内を移動させると共に該ステージ位置を検出する手段と、

上記投影光学系を介して、マスク上の基準マークと上記移動ステージ上に設けられたマスク用校正マークとの光学的相対位置関係が所定の位置関係にあることを検出すると共にその時のステージ位置を記憶するマスク位置校正手段と、

上記ステージ上に設けられたウェハ基準マークと、ステージ下面に設けられた裏面マーク検出器との相対位置関係が所定の位置関係にあることを検出すると共にその時のステージ位置を記憶するウェハ位置校正手段と、上記マスク位置校正時と上記ウェハ位置校正時の両ステージ位置の差に基づいて、

上記マスクと投影光学系とウェハ位置検出器の相互の空間的位置関係を知る手段と、

ウェハ裏面に設けたウェハマークを上記裏面マーク検出器で検出した後、上記空間的位置関係に基づいてステージ移動量を補正することにより、所望のウェハ表面位置に上記マスク上の図形を投影露光する手段、を含むことを特徴とする露光装置。

【請求項3】上記露光に用いる光が、波長：30Åから

150Åの間の軟X線であることを特徴とする第1項請求の露光方法。

【請求項4】上記露光に用いる光が、波長：30Åから150Åの間の軟X線であると共に、上記マスク位置校正工程に用いる検出光が上記露光光と同一の軟X線であることを特徴とする第1項請求の露光方法。

【請求項5】上記マスク位置校正工程におけるマスク上の基準マークとステージ上のマスク用校正マークの相対的位置関係を検出する方法が、

10. マスク上の基準マークを投影光学系によってマスク用校正マーク上に結像せしめ、該マスク基準マークと上記像との重なり具合を該マスク用校正マーク下面に設けた受光素子で検出される信号に基づくことを特徴とする請求項3の露光方法。

【請求項6】上記受光素子がウェハと同一の厚みの半導体センサであり、その上表面に開口状のマスク用校正マークを形成するとともに、その下面にウェハ基準マークを形成し、これらをステージ上面に設けることを特徴とする請求項4の露光方法。

20 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体集積回路を製造する際の露光工程で用いられるX線縮小露光技術におけるマスクとウェハの相対的位置合わせ方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の半導体製造工程では、マスクやレチクルの回路パターンをウェハ上に焼き付けるために紫外光を用いたステッパ等の露光装置が用いられている。近年、半導体回路の高集積化に伴い回路の最小パターン幅は0.2μmより小さな値が要求されてきており、上記紫外光を用いたステッパではレンズ系の制約のために解像不可能な状況となってきた。

【0003】このため、紫外光より波長の短いX線を露光光源とするX線露光法が提案されている。古くから研究が進められてきた等倍マスクを用いるX線プロキシミティ露光法は、極めて薄いメンブレン状のマスクを用いて影絵のようにしてウェハ上にマスクパターンを投影する露光法であるが、欠陥および寸法ひずみのないメンブレンマスクの製造が困難であり、まだ実用化にはいたっていない。

【0004】これに対して最近、拡大マスクが使用可能なX線縮小露光法として、図1に示すような反射光学系を用いた露光法が提案されている（例えば、特開昭63-311315号など）。すなわち、シンクロトロン放射リングなどから出射される波長130Å程度の軟X線を拡大反射マスク1に照射し、拡大反射マスク1上の反射パターン部から反射された軟X線を3面の非球面反射鏡2、3、4からなる縮小光学系および折り曲げ鏡5を介してウェハ6上に結像させる。この場合、上記反射縮小光学

系において収差なく結像できるフィールドは、図2に示すように半径 $r=12\text{mm}$ 、幅 $d=1\text{mm}$ 程度のリング状であるので、半導体露光工程で必要とされる直径 $150\text{mm}$ 程度のウェハ全面には一度に露光できない。そのため、図3に示すようにウェハ6をXYステージ7上に載せ、拡大反射マスク1とXYステージ7の速度比をマスクの拡大率の比、例えば5:1に正確に保って拡大反射マスク1とXYステージ7を同時に機械的に走査して1フィールド分を露光する。1フィールド分の露光後、従来のステッパと同様にXYステージ7を2次元的に移動させ、再度1フィールド分を露光する。このような走査露光とステージ移動を繰返ししながらウェハ全面の露光を行なう。なお、図3中の集光鏡8はX線源から放射される軟X線を有効に集めて反射マスク1を照明するためのものである。また、波長 $130\text{\AA}$ 程度の軟X線は大気があると吸収されてしまうため、上記光学系部分は真空容器9の中に設置される。

【0005】さて、半導体製造工程では、前回の焼き付け工程で形成された回路パターンの上にこれから焼き付けようとする回路パターンを正確に重ね合わせるためのいわゆるマスクとウェハのアライメント作業が必要である。上記X線縮小露光法のアライメント方法については特開昭63-312638号に開示されている。この例では、可視光を照明光として、マスク上のアライメントマークとウェハ上のアライメントマークを前記反射縮小光学系を介して同時に観察しながらアライメントする、従来のステッパと同様の技術が示されている。しかしながら、前記反射縮小光学系はステッパのレンズ光学系とは異なり、反射鏡による光線の「ケラレ」の制約から開口数(NA)はせいぜい0.1程度の値が上限となるため、可視光に対しては十分な解像力は得られず、高いアライメント精度は期待できない欠点を有している。この場合、アライメントの照明光を露光光と同様な軟X線とすれば高い解像力が得られるので良好なアライメント精度が期待できるが、露光時のウェハ上にはレジストが塗布されており、上記アライメントのための軟X線照明光はレジスト層でほとんど吸収されてしまうため、ウェハ表面のアライメントマークには到達せず、アライメント作業に必要な強度レベルのX線反射信号は得られない。

【0006】一方、上記レジスト層による軟X線照明光の制約を受けないアライメント法として、ウェハ裏面に設けたアライメントマークを検出する方法が特開昭62-115164号に開示されている。すなわち、図4に示すように、ウェハ裏面にウェハマーク10を設けておき、ウェハ下面に設置された裏面マーク検出器11でこれを検出する。この場合、マスク上の基準マーク12を露光光学系13を介してウェハ表面と同一面上に結像させ、このマスクマーク像も上記裏面マーク検出器11で検出することにより、露光光学系13を介したマスクとウェハの相対位置合わせを行なうことができる。しかしながらこ

の裏面アライメント法を前記X線縮小露光法に適用しようとした場合、裏面マーク検出器11が通常の可視光を用いた光学検出式では、露光光学系を介して形成されるマスク上の基準マークのX線像は検出できない。裏面マーク検出器をX線検出方式とすれば上記問題は解決できるが、検出器が極めて複雑かつ高価なものとなってしまふことは明らかである。

【0007】上記のように、従来のX線縮小露光装置におけるアライメント法はあまり高い精度が期待できないか、または極めて高価な装置を必要とするものであった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、X線縮小露光法に対応可能な、高精度かつ安価なマスクとウェハの相対位置合わせ方法を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、裏面アライメント法によってウェハ裏面のウェハマークを従来の安価な可視光を用いた光学式裏面マーク検出器で検出する一方、露光光学系を介して形成されるマスク上の基準マークのX線像を専用のX線マーク検出器で位置検出し、両検出器間の光軸ずれ量をあらかじめ校正しておく方法により達成できる。

【0010】

【作用】ウェハを積載するXYステージ上にマスク基準マーク検出用X線検出器を設ける一方、該XYステージ上に校正用の基準裏面マークを設け、マスク基準マーク位置が検出されたXYステージ位置と該基準裏面マーク位置が検出されたXYステージ位置の差から露光光学系に対する裏面マーク検出器の相対的位置関係を知り、その結果をもとに、以後、裏面マーク検出器で検出した裏面ウェハマーク位置から所望の露光位置にウェハを移動すべき距離を計算、実際に位置決めしながら露光する。

【0011】

【実施例】以下、図5を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。拡大反射マスク1の端部にはマスクアライメント用マーク21が設けられており、このマークが装置本体に固定されているマスクアライメント検出器22の中心軸に一致するようにマスク位置を調整して装置本体に装着する。さらにマスク1の端部には幅 $5\mu\text{m}$ 、長さ $150\mu\text{m}$ の矩形をしたマスク基準マーク23が設けられている。これらのマークおよび他の回路パターン部は反射多層膜でできており、シンクロトロン放射光源から照射された軟X線24を反射する。マスク基準マーク23で反射された軟X線は3面の非球面反射鏡2、3、4からなる反射型縮小投影光学系で1/5に縮小され、折り曲げ鏡5を介して半導体型X線受光素子25の上に結像される。この受光素子25の表面は幅 $1\mu\text{m}$ 、長さ $20\mu\text{m}$ のスリット開口部26をもつ遮光膜27でおおわれており、上記マスク基準マーク23の投影像がスリッ

5

ト開口部26と正確に一致した場合に最高レベルの受光信号を発生する。この受光素子25はウェハ6を移動するためのXYステージ7の端部上面に固定されており、XYステージ7を動かして上記のように受光信号レベルがピークとなる位置を探す。XYステージの座標は常時レーザ干渉計28で検出されており、受光信号レベルがピークとなるステージ位置が見つかったとその座標は制御回路(図示せず)に記憶される。

【0012】XYステージ7の上にはウェハ6が吸着されている。ウェハ6の裏面には裏面アライメント用のウェハマーク10が設けられており、このマークをXYステージ下部に設けた裏面マーク検出器11が検出できるようにXYテーブル7のウェハ積載中央部は穴29が空いている。また前記受光素子25直下のテーブル部分にも穴が設けられている。図6に示すように受光素子25の下面、前記スリット開口26の直下にもウェハ下面の裏面アライメント用ウェハマーク10と同一形状のマーク30が形成されており、上記裏面マーク検出器11でその位置を検出できる。ここで受光素子25の厚みhはウェハの板厚と同一かつ同一平面内に取り付けられているので、裏面マーク検出器11は同一焦点面でマーク30とウェハマーク10の検出を行なうことができる。また、同様にマスク基準マーク23が受光素子25の上面に結像する焦点位置でマスク上の回路パターンをウェハ上に露光することができる。

【0013】さて、上記の装置校正において、マスクを含めた露光光学系の光軸と裏面マーク検出器の光軸を校正する手順について以下説明する。

【0014】まず、マスク基準マーク23の結像位置近傍に受光素子25上のスリット開口部26が位置付けられるようにXYステージ7を動作させた後、XYステージ7を微小に振動走査させて上記マスク基準マーク像の中心位置とスリット開口26の中心が一致して受光信号がピークとなる位置を探す。さらにそのときのXYステージ座標( $M_x$ ,  $M_y$ )を制御回路内に記憶して置く。上記ステージ位置にある場合、裏面マーク検出器11の直上に受光素子25下面のウェハ基準マーク30が位置付けられるように裏面マーク検出器11が配置されているが、温度変化等によりわずかにずれている場合もあるので、再度XYステージ7を微小に振動走査させてウェハ基準マーク30の中心位置がウェハ裏面マーク検出器11の中心軸に一致するステージ位置を探し、そのときのステージ座標( $W_x$ ,  $W_y$ )を前記同様に制御回路内に記憶させる。前記マスク基準マーク位置の校正時のステージ座標( $M_x$ ,  $M_y$ )と裏面マーク位置校正時のステージ座標( $W_x$ ,  $W_y$ )は完全には一致しないので、両座標のずれ量をウェハ裏面検出器11の軸オフセット値とする。

【0015】上記のようにして検出器11のオフセット値が求められたならば、以後はウェハ裏面のウェハマ

6

ーク10の位置を裏面マーク検出器11で検出した後、その位置をオフセット量だけ補正し、さらにマスクパターンの配列位置から定められる量だけXYステージ7を変位させて露光することにより、マスク上の回路パターンをウェハ上の所望位置に露光できることになる。例えば、オフセット値が0、かつ上記ステージ変位量を0とした場合には、ウェハマーク10の直上にマスク基準マーク23のパターンが露光されることになる。

【0016】上記説明では1軸の合わせについてのみ述べたが、従来のステッパと同様に実際は3軸、すなわちX, Y,  $\theta$ の合わせが必要であることは明白である。このためには図7に示すように、3軸の裏面マーク検出器11-1, 11-2, 11-3を設け、これと対応するようにマスク基準マーク、スリット開口、半導体受光素子、および半導体受光素子裏面のウェハ基準マークもそれぞれ3組設ければ良い。この場合、 $\theta$ 方向のオフセットが生じている場合には、マスクを回転させて装置に装着する、具体的にはマスクアライメント検出器22の検出軸を補正する必要があることは従来のステッパと同様である。

【0017】第2の実施例を図8を用いて説明する。この例では半導体受光素子25の代わりに単なるスリット板31をステージ上に設ける。この場合にもスリット板31の厚みはウェハと同一とし、また上表面には前記26と同様のスリット開口部32をもつ遮光膜33を設けておく。スリット板31のスリット開口部32直下には穴34が空いており、第一の実施例の場合と同様に、マスク基準マーク23のX線像がスリット開口部32の中心に位置された場合に最大光量のX線が開口部を通過してXYステージ7の静止ベース35上に固定されたX線受光器36で受光される。また第一の実施例と同様に裏面マーク検出器11がXYステージ下部に設けられていて、スリット板31の下面に設けられたウェハ基準マーク30を検出するが、この実施例の場合にはX線受光器36と裏面マーク検出器11が機械的に干渉するため、ウェハ基準マーク30はスリット開口部32の直下からは1cm程度離れて設けられている。

【0018】この実施例の場合の校正法も第一の実施例の場合とまったく同一であるが、厚さに制約を受けない高感度のX線受光器を用いることができるため、高いアライメント精度が期待できる。またX線受光器36はベース上に固定されているため、電気雑音を拾いやすい信号ケーブルがXYステージと一緒に動く必要がなくなる利点がある。ただこの例の場合には、第一の実施例の場合とは異なり、露光光学系のフィールド中央から1cm程度離れた位置で裏面ウェハマークを検出することになるため、いわゆるアッペの誤差の影響を受けやすくなる。このアッペの誤差の原因となる上記1cm程度のオフセットを小さくするためには、スリット開口32を通過したX線を一度多層膜反射鏡などで折り曲げてからX線受光

7

器に導く方法なども考えられる。

【0019】上記2つの実施例ではステージ側にX線受光器をおいてマスク側のマスク基準マークとステージ上のマスク校正マークの相対位置関係を見たが、逆にステージ上のスリット開口部（マスク校正マーク）からX線を照射し、マスク側にX線受光器を置いてよいことは明らかである。

【0020】また、ステージ上のマスク校正マークとして透過型のスリット開口の代わりに多層膜反射パターンを設け、X線の反射光などを検知しても良い。

【0021】これまでの説明では、マスク基準マークやマスク校正マークの形状を単一のパターンとして説明したが、これを回折格子状の複数のパターンやドット状パターン、あるいはフレネルパターン等にしても良いことは明らかである。

【0022】

【発明の効果】上記のように本発明によれば、X線照明光を用い、かつ露光光学系を介したマスク位置の校正ができるので極めて高い精度が期待でき、またマスク校正\*

8

\* 専用のX線受光器とすることができるので、簡略安価な装置構成をすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 X線縮小露光法の説明図である。

【図2】 X線縮小露光法におけるフィールド形状を示す図である。

【図3】 X線縮小露光装置の構成例を示す図である。

【図4】 裏面アライメント法を説明する図である。

【図5】 本発明の第1の実施例を示す図である。

10 【図6】 第一の実施例におけるX線受光部を示す図である。

【図7】 XYθ軸の検出構成例を示す図である。

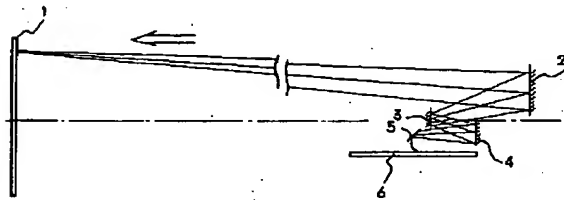
【図8】 本発明の第2の実施例を示す図である。

【符号の説明】

1…拡大反射マスク、6…ウェハ、7…XYステージ、10…ウェハマーク、11…裏面マーク検出器、12…マスク基準マーク、25…半導体X線受光素子、26…スリット開口、30…ウェハ基準マーク、36…X線受光器。

【図1】

図 1



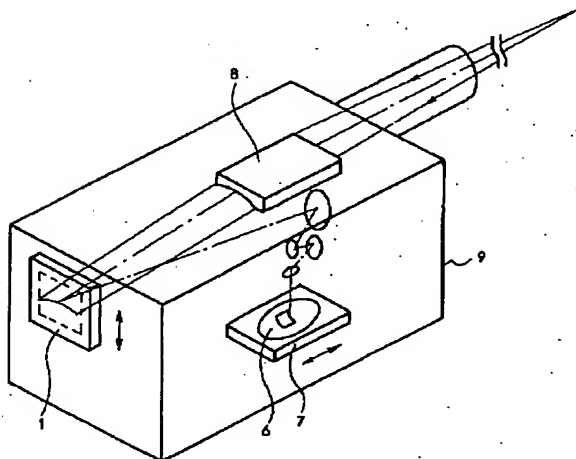
【図2】

図 2



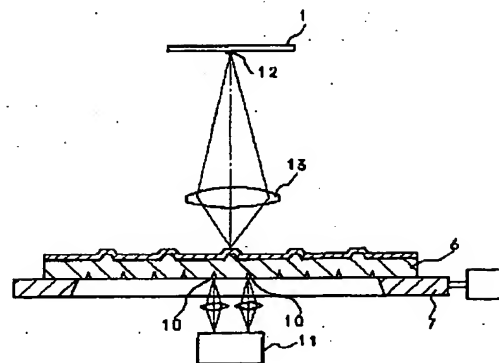
【図3】

図 3



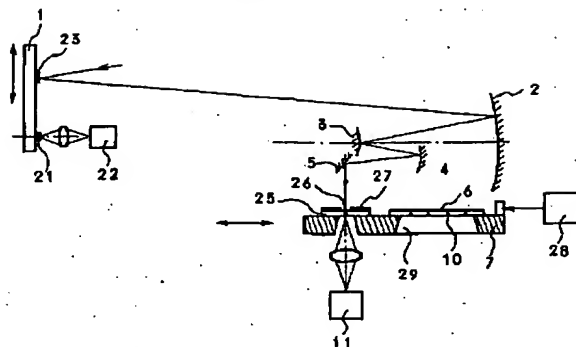
【図4】

図 4



【図5】

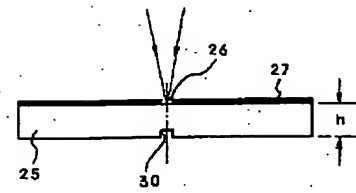
図 6



- |         |           |     |           |
|---------|-----------|-----|-----------|
| 1       | 拡大反射マスク   | 22  | マスクアライメント |
| 2, 3, 4 | 非球面反射鏡    | 検出器 |           |
| 5       | 折り曲げ鏡     | 25  | 受光素子      |
| 7       | X-Yステージ   | 26  | スリット開口    |
| 10      | ウエハマーク    | 27  | 遮光膜       |
| 11      | 基面検出器     | 28  | レーザー干渉計   |
| 21      | マスクアライメント | 29  | 穴         |
|         | 用マーク      |     |           |

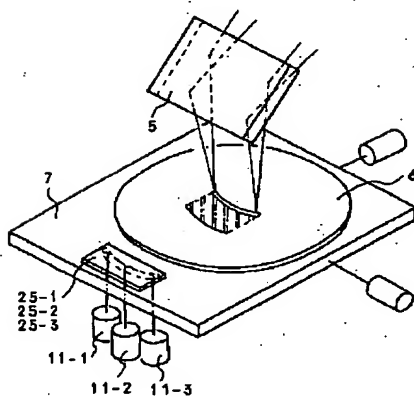
【図6】

図 6



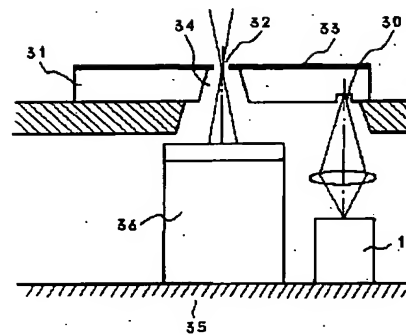
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(72) 発明者 瀬谷 英一  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 片桐 創一  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 持地 広造  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内